

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 63029212
 PUBLICATION DATE : 06-02-88

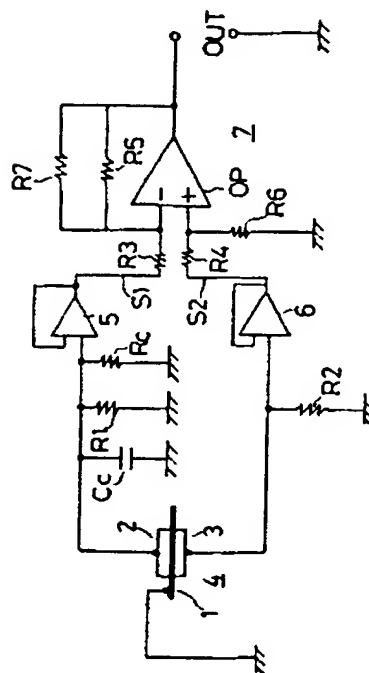
APPLICATION DATE : 23-07-86
 APPLICATION NUMBER : 61171686

APPLICANT : NISSAN MOTOR CO LTD;

INVENTOR : OBAYASHI HIROAKI;

INT.CL. : G01D 5/14 G01P 15/09 H04R 17/00

TITLE : PIEZOELECTRIC DYNAMIC QUANTITY
 SENSOR



ABSTRACT : PURPOSE: To compensate a difference between piezoelectric elements and to detect a dynamic quantity with high accuracy by providing a variable control circuit element and giving two piezoelectric elements the same piezoelectric characteristics.

CONSTITUTION: The piezoelectric elements 2 and 3 are adhered to both surfaces of a grounded metallic plate 1 so that their polling directions are opposite, thereby forming an optical quantity detection part. Stored charges of the elements 2 and 3 are discharged through resistances R1 and R2 and voltages across the resistances are supplied to a differential amplification part 7 through amplifiers 5 and 6. The amplification part 7 sends out an output signal OUT obtained by amplifying the difference between the input signals S2 and S1 by an amplification factor $R5/R3$. In this case, a capacitor Cc for compensating the capacity difference between the elements 2 and 3 is connected in parallel to the R1 and R2, and a resistance Rc for compensation is connected to make the piezoelectric characteristics of the elements coincident with each other.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑩ 公開特許公報 (A)

昭63-29212

⑩ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑩ 公開 昭和63年(1988)2月6日

G 01 D 5/14
G 01 P 15/09
H 04 R 17/00

P-7905-2F
8203-2F
Z-6824-5D

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑩ 発明の名称 圧電式力学量センサ

⑩ 特 願 昭61-171686

⑩ 出 願 昭61(1986)7月23日

⑩ 発 明 者 浅 岡 昭 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社
内
⑩ 発 明 者 大 林 博 明 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社
内
⑩ 出 願 人 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
⑩ 代 理 人 弁理士 三好 保男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

圧電式力学量センサ

2. 特許請求の範囲

(1) 二枚の圧電素子をボアリング方向を逆にして配置し、それら出力を合成するようにした圧電式力学量センサにおいて、一方又は両方の上記圧電素子に並列に接続する可制御容量素子と、一方又は両方の上記圧電素子に並列に接続する負荷抵抗値を制御する負荷抵抗調整手段と、上記各圧電素子の発生出力信号を制御するゲインコントロール手段とのうち少なくとも一つを有することを特徴とする圧電式力学量センサ。

(2) 上記可制御容量素子、上記負荷抵抗調整手段又は/及び上記ゲインコントロール手段は、上記各圧電素子の振動系列における合成共振の比、合成共振の比、共振係数が等しくなるように制御することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の圧電式力学量センサ。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

この発明は、圧電素子を用いた圧電式力学量センサに関し、特に振電圧による影響を排して加振度に加振度、加速度、振動等の力学量を検出し得るようにしたものである。

【従来の技術】

周知のように、圧電素子が有する圧電効果を利用し、例えば加速度的に変化する力を振動的な電圧信号に変換して加速度的の力学量を検出するようにした力学量センサが種々提案されており(例えば、実開第60-70133号公報)、検出精度を高めるような各種の工夫がなされている。

例えば、圧電素子は圧電性に加え、外周層膜の変位に対しても電圧を発生性質(圧電性)を有しているため、2枚の圧電素子をボアリング方向を逆にして重ね付け、それらの検出電圧を減算することで無電圧差を打ち消して検出精度を高めるような工夫がなされている。

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような2枚の圧電素子を用

いるセンサにおいては、2枚の圧電素子のバラツキによる特性（共振、共振周波数）の違いにより、また、電荷（電流）／電圧変換用の外付抵抗の違いにより、完全には共振周波数の影響を打ち消さない。そのため、共振計測用の調整が実用上十分な精度に達していないかった。

この発明は、以上の点を考慮してなされたもので、2枚の圧電素子による違いを補償して高精度に力学量を検出することのできる圧電型力学センサを提供しようとするものである。

（問題点を解決するための手段）

かかる問題点を解決するため、この発明においては、2枚の圧電素子2、3をポーリング方向を逆にして配列し、それら出力を合成するようにした圧電型力学センサにおいて、一方又は両方の圧電素子2、3に並列に接続する可制御増幅素子C₀と、一方又は両方の圧電素子2、3に並列に接続する負帰還抵抗値を調節する可制御増幅手段R₀と、各圧電素子2、3の発生出力電圧を制御するゲインコントロール手段7、R₇のうち少な

くとも1つを可変するようにした。

〔作用〕

2枚の圧電素子2、3の固かな違いにより、共振性は完全に打ち消せない。

補正した結果、各圧電素子2、3の共振系における合成容量の比、合成抵抗の比、共振周波比を等しくすると各圧電素子2、3がばらつきにより特性が異なっているも共振性による影響を打ち消すことができることが分かった。

そこで、可制御増幅素子C₀、負帰還抵抗増手段R₀、ゲインコントロール手段7、R₇を設けてかかる条件を満足するようにした。

〔実施例〕

以下、図面を参照しながら本発明の一実施例を説明する。

第1図において、アースされている金属板1の両面には、ポーリング方向（極性）が反対になるように圧電素子2及び3が並列されており、これら金属板1、圧電素子2、3により力学量検出部4を構成している。

- 3 -

各圧電素子2、3に蓄積された電荷は、それぞれ外電路抵抗R₁、R₂を介して流すようになされており、抵抗R₁、R₂の両端に生じた抵抗分圧がバッファ増幅器5、6を介して差動増幅部7に与えられる。

差動増幅部7は、到来する差分信号S₁及びS₂をそれぞれ、同一相の入力抵抗R₃、R₄を介して与える増幅増幅部OPと、増幅抵抗R₅と、正転転入力端とアース間に接続された増幅抵抗R₆と同一相をとる抵抗R₆とからなる。かくして、差動増幅部7は、入力信号S₂、S₁の差(S₂-S₁)を増幅率R₅/R₃とした出力信号OUTを送出する。ここで、増幅部7を差動増幅回路で構成するようにしたのは、信号特性による影響を低減して打ち消すためである。

この実施例の場合、以上の構成に加えて各種の補償回路素子が設けられている。すなわち、抵抗R₁及びR₂の一方又は両方に並列に、圧電素子2及び3間の容量差を補償するための補償用コンデンサC₀（第1図においては、抵抗R₁側に接

続した電圧を示す）が接続されている。また、抵抗R₁及びR₂の一方又は両方に並列に、抵抗R₁及びR₂間の偏置を補償するための補償用抵抗R₀（第1図においては、抵抗R₁側に接続した場合を示す）が接続されている。さらにまた、差動増幅部7における増幅率補償用に抵抗R₇が増幅抵抗R₅に並列に接続されている。

上述の各種補償回路素子は、以下に示す数式に基づき設計された。

温度がΔT変化したときに圧電素子2、3に発生する電荷増分ΔQは、電荷増分をA、共振率α、C₀=ΔP/ΔT[e/m²K])とすると、ΔQ=A×ΔPΔTとなり、温度変化率をβ(Δ=ΔT/Δt)とすると、発生する圧電流iは次式

$$i = \Delta Q / \Delta t = A \times \Delta P \Delta T / \Delta t \\ = A \times \beta \times B \quad \text{--- (1)}$$

(αは圧電増出力の固有の定数)のようになる。

そこで、第1図に示す増出力4を含む回路の共振性に与える部分の等価回路は第2図に示すようになる。ここで、I₁、I₂は、温度変化率に

- 5 -

- 60 -

- 6 -

比例する定電流源、 R_{i1} 、 R_{i2} は圧電素子2、3の総抵抗値、 C_{i1} 、 C_{i2} は圧電素子2、3の容量、 C_{e1} 、 C_{e2} は付加容量（コンデンサの）に対応している）、 R_{e1} 、 R_{e2} は付加抵抗（抵抗 R_{e0} に対応している）である。定電流源よりの流れだす電流を i_{i1} 、 i_{i2} とおき、付加抵抗（抵抗 R_{e0} に対応している） i_{e1} 、 i_{e2} であり、定電流源 i_{i1} 、 i_{i2} より流れ出す電流を i_{e1} 、 i_{e2} とおき、付加抵抗 R_{e1} 、 R_{e2} の両端に発生する電圧を V_1 、 V_2 とすると、 C_{i1} 、 C_{e1} 、 C_{i2} 、 C_{e2} に電荷が蓄えられていない時点（この時点を $t=0$ とおく）より以後の電圧 V_1 、 V_2 は、次式

$$\begin{aligned} V_1 &= i_{i1} \times (R_{i1} \parallel R_{e1}) \\ &\quad (1 - e^{-t / (R_{i1} \parallel R_{e1})}) \\ &\quad \times (C_{i1} \parallel C_{e1}) \dots \dots (1) \\ V_2 &= i_{i2} \times (R_{i2} \parallel R_{e2}) \\ &\quad (1 - e^{-t / (R_{i2} \parallel R_{e2})}) \\ &\quad \times (C_{i2} \parallel C_{e2}) \dots \dots (2) \end{aligned}$$

に示ようになる（ $X \parallel Y$ は素子 X と Y の並列

接続における合成インピーダンスを示す。）

定電流源を圧電素子2、3について完全に打ち消しあうには、次式

$$V_1 = V_2 = 0 \dots \dots (3)$$

を満足すれば良く、このためには、例、(1)式により、次式

$$\begin{aligned} i_{i1} \times (R_{i1} \parallel R_{e1}) &= i_{i2} \\ &\quad \times (R_{i2} \parallel R_{e2}) \dots \dots (4) \\ (R_{i1} \parallel R_{e1}) \times (C_{i1} \parallel C_{e1}) \\ &= (R_{i2} \parallel R_{e2}) \times (C_{i2} \parallel C_{e2}) \\ &\dots \dots (5) \end{aligned}$$

の関係を満足すれば良いことが分かる。この(4)式により従って次式

$$\frac{i_{i1}}{i_{i2}} = \frac{R_{i2} \parallel R_{e2}}{R_{i1} \parallel R_{e1}} = \frac{C_{i2} \parallel C_{e2}}{C_{i1} \parallel C_{e1}} \dots \dots (6)$$

を満足することが発振条件を完全に打ち消すための条件であることが分かる。

次に実際の圧電素子、抵抗、容量の含め込み方法について説明する。上述の(1)式より3つの素子の比が等しければ良いので3つの素子のうち、2

- 7 -

つを他の1つに合わせれば良いことになる。(4)式から明らかのように、抵抗値は、両式に両乗してくるので、抵抗値の比 $R_{i1} \parallel R_{e1} / R_{i2} \parallel R_{e2}$ を固定して、定電流及び容量をこの抵抗値の比に合わせるのが最も調整しやすいと考えられ、以下では、かかる手順に従った調整方法について述べる。

例えば $i_{i1} / i_{i2} = 0.5$ 、 $(R_{i1} \parallel R_{e1}) / (R_{i2} \parallel R_{e2}) = 1.0$ 、 $(C_{i2} \parallel C_{e2}) / (C_{i1} \parallel C_{e1}) = 0.5$ のとき圧電素子2、3を、単位時間当りの電圧増幅を一定にして加算して行くと、電圧 V_1 及び V_2 は第3図に示すように増加してゆく。定電流 i_{i1} 、 i_{i2} の含め方であるがこれは定電流 i_{i1} 、 i_{i2} を直接含めさせるのは困難である。しかし、次式 $V_1 = K V_2 \dots \dots (7)$ のように定電流増幅 K の増幅率を決めれば $i_{i1} = K i_{i2}$ と等価であることから増幅率を可変して定電流 i_{i1} 、 i_{i2} を所定比に含め込んだと同様の状態に仕替る。第5図において増幅率

- 8 -

増、充分時間が経過した第4図における電圧 V_1 及び V_2 の値を V_1 、 V_2 とおくと、 $V_1 / V_2 = 2.00$ であるから、増幅率 K を2.00とすると、電圧 V_1 及び V_2 は第4図のようになる。実際には、抵抗値増幅があるから、抵抗 R_7 を可変して K を1から可変してゆき、 $V_1 = V_2$ になるように K を決定する。この状態で、(1)式の $i_{i2} / i_{i1} = R_{i1} \parallel R_{e1} / R_{i2} \parallel R_{e2}$ が満足された。

次に容量を増幅する動作を説明する。第4図において、電圧 V_1 と V_2 の波形が重なるように増幅容量 C_{e1} 又は C_{e2} （ C_{e0} （第1図））を付加してゆき、一致したときに、付加を停止する。この停止時の波形を第5図に示す。これで(1)式の $R_{i1} \parallel R_{e1} / R_{i2} \parallel R_{e2} = C_{i2} \parallel C_{e2} / C_{i1} \parallel C_{e1}$ が満足され、以下より(1)式に示す条件が満足され、発振電圧を打ち消しあうことができたことになる。

同様に、圧電性による増幅回路は、圧電素子2、3を並列に接続しているため定電流増幅 K

- 9 -

- 61 -

- 70 -

R7—逆相率補償用抵抗

代巻人 弁理士 三 好 信 男

において加算されるため、打ち消されることなく、出力信号に含まれることになる。感度を打ち消すための補償用回路素子の温度によって加算係数が変化するが、送出される出力信号は加算係数が変化しても外部入力に対する増幅特性を維持しており、調整による影響は受けない。

〔発明の効果〕

以上説明してきたように、この発明によれば、可制御増幅素子を設けて2個の圧電素子の応答特性を一致させるようにしたので低周波力学量検出時、ノイズ成分となる風電雑音を減弱することで妨害に打ち勝つことができ高周波に力学量を検出できるという効果が得られる。

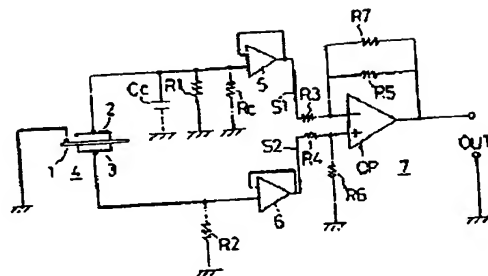
4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明により圧電式力学量センサの一例を示す接続図、第2図はその等価回路図、第3図～第5図はその増幅回路における特性を示す特性曲線図である。

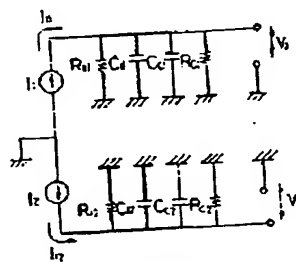
2、3—圧電素子 7—逆相率補償
Cc—補償用コンデンサ R6—逆相率補償

- 11 -

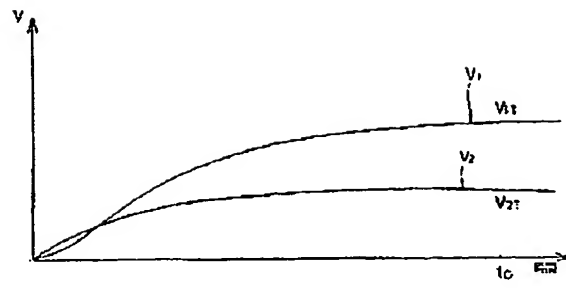
- 12 -



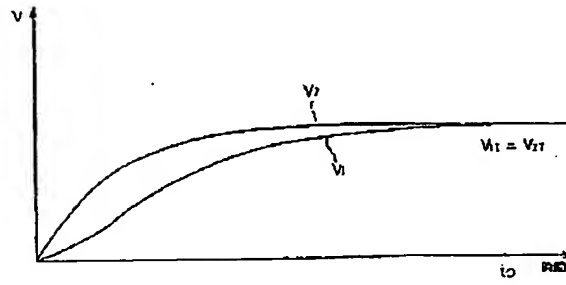
第1図



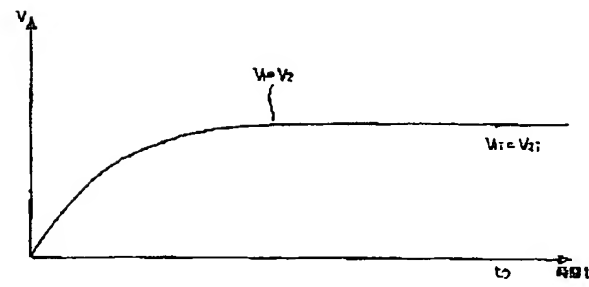
第2図



第 3 图



第 4 图



第 5 图

THIS PAGE BLANK (USPTO)